

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

La rappresentazione cartografica della successione continentale plio-quaternaria delle aree collinari piemontesi nel Progetto CARG.

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/113840> since

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

Contributo presentato al Convegno AIQUA-APAT:
Il Quaternario nella Cartografia CARG,
Roma, 21-22 Febbraio 2008.

LA RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA DELLA SUCCESSIONE CONTINENTALE PLIOCENICO-QUATERNARIA DELLE AREE COLLINARI PIEMONTESE NEL PROGETTO CARG

Maria Gabriella Forno¹, Gianfranco Fioraso² & Paola Boano³

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, e-mail gabriella.forno@unito.it

²C.N.R. - Istituto di Geoscienze e Georisorse, Unità Operativa di Torino

³Libero professionista, Via Asti 13, Tonco (AT)

RIASSUNTO: Forno M. G., Fioraso G. & Boano P., *La rappresentazione cartografica della successione continentale pliocenico-quadernaria delle aree collinari piemontesi nel Progetto CARG*. (IT ISSN 0394-3356, 2009).

Precedentemente all'avvio del Progetto CARG, la rappresentazione dei sedimenti continentali plio-quadernari nelle aree collinari piemontesi è stata per lo più trascurata in relazione alle difficoltà insite nell'individuazione e nell'interpretazione dei depositi, che risultano conservati per lo più in lembi relitti discontinui e di esiguo spessore. A ostacolare ulteriormente la cartografia e l'interpretazione delle successioni si aggiungono la scarsità di affioramenti significativi, l'espressione morfologica dei sedimenti, spesso di difficile lettura, e la diffusione delle discontinuità erosionali, che hanno suggerito il ricorso alle unità a limiti inconformi (*Unconformity Bounded Stratigraphic Units*; UBSU). Notevoli difficoltà di rappresentazione sono infine causate dalla diffusione dei prodotti colluviali derivanti dalla rielaborazione dei diversi termini della successione, dall'estensione degli accumuli di frana e dalla convergenza di facies che mostrano alcuni termini quadernari sia rispetto ai sottostanti sedimenti marini, sia nei confronti dei sovrastanti prodotti colluviali.

In occasione della realizzazione dei Fogli "Trino" e "Torino Est" del Progetto CARG, per la cartografia della successione continentale quadernaria sono state utilizzate le unità a limiti inconformi: la presenza di diversi corpi sedimentari sovrapposti, separati da evidenti discontinuità erosionali, e la necessità di distinguere i depositi provenienti dai rispettivi bacini di alimentazione hanno imposto l'introduzione di legende piuttosto articolate, a scapito di una più immediata lettura dei documenti cartografici. Particolarmente complessa è risultata la rappresentazione cartografica nelle aree in cui sono presenti diverse unità sedimentarie affioranti in uno spazio ristretto, separate da importanti discontinuità erosionali.

Nonostante le difficoltà interpretative, va tuttavia segnalata l'importanza che i depositi continentali rivestono nella ricostruzione della storia geologica recente: la sensibile deformazione dei rilievi è infatti suggerita dall'anomala distribuzione altimetrica di questi sedimenti, indotta dall'evoluzione pliocenico-quadernaria di importanti strutture tettoniche preesistenti o di neoformazione e dal sollevamento differenziale che ha interessato le differenti aree collinari.

Un aspetto spesso non risolto è invece quello legato alla difficoltà nell'individuazione di elementi cronologici di riferimento, che nelle aree collinari piemontesi è in genere basata esclusivamente su criteri pedostratigrafici: l'unica eccezione è costituita dai sedimenti delizi "villafranchiani", riccamente fossiliferi, per i quali si è potuta proporre una più precisa attribuzione cronologica.

ABSTRACT: Forno M. G., Fioraso G. & Boano P., *Cartography of the plio-quadernary continental succession of Piedmont hilly area in the CARG project*. (IT ISSN 0394-3356, 2009).

Before the CARG project, the plio-quadernary continental succession of Piedmont hilly area was prevalently omitted by a geological map. The continental deposits are, in fact, difficult to identify and to interpret because of their preservation in discontinuous relicts which are slightly thick. In detail, the scarcity of significant outcrops, the ambiguous morphological expression and the numerous erosional discontinuities further handicap the cartography and the interpretation of successions. The diffusion of discontinuities implies the use of *Unconformity Boundary Stratigraphic Units*.

The widespread colluvium, connected with the reworking of different terms of succession, and the frequent landslides create further remarkable problems of mapping. The convergence of some quadernary terms with the later marine units or with the recent colluvium, further complicates the cartography.

During the mapping of the "Trino" and "Torino Est" sheets of the CARG project the *Unconformity Bounded Stratigraphic Units* (UBSU) are used for mapping the quadernary continental succession. The presence of some superimposed sedimentary bodies, separated by evident erosional discontinuities, and the necessary differentiation of various alimentation basins impose to introduce an articulate legend, to the detriment of an immediate understanding of maps. The fluvial succession connected with an ancient trend of the Po River (paleoPo) is described in the southern slope of the Torino Hill. The fluvial terraced succession connected to ancient alpine watercourses (paleoDora Riparia, paleoStura di Lanzo, paleoOrco and paleoDora Baltea) is instead mapped on the western and northern slopes. Both the successions are strongly uplifted. The sediments connected with ancient tributary watercourses are also represented, in both the areas, and distinguished from the current fluvial sediments.

The cartography of succession in areas of distribution of different sedimentary units outcropping in a small sector, separated by erosional discontinuities, was particularly complex.

A part from the interpretative difficulties, the importance of continental deposits is pointed out in order to reconstruct the recent geological history: the anomalous altimetric distribution suggests a remarkable deformation of the hilly area, connected with the evolution of important pre-existent or new tectonic structures and with the differential uplift of the different areas.

The difficulty in the individuation of chronological elements in the sediments, often only of pedostratigraphic nature, represents an unresolved aspect. The only exception is the fossiliferous villafranchian succession that allows a detailed chronological reference.

Parole chiave: cartografia geologica, rilievi collinari piemontesi, successione continentale pliocenica-pleistocenica.

Key words: geological map, Piedmont hilly area, plio-quadernary continental succession.

1. INTRODUZIONE

Nelle aree collinari piemontesi, corrispondenti ai rilievi delle Langhe, del Monferrato e della Collina di Torino, precedentemente all'avvio del Progetto CARG sono stati presi in esame con notevole dettaglio esclusivamente i termini marini che costituiscono il cosiddetto Bacino Terziario Piemontese (BTP) (Fig. 1); l'analisi e la rappresentazione cartografica dei sedimenti continentali pliocenico-quaternari affioranti negli stessi settori è stata invece per lo più trascurata.

Lo scarso interesse suscitato dalla successione continentale è da ricercarsi da un lato nella più consolidata tradizione riguardante lo studio delle successioni marine (in parte dovuta anche all'unicità dei termini stratigrafici marini affioranti nell'ambito del BTP, alcuni dei quali ben noti anche nella letteratura internazionale), dall'altro a un insieme di difficoltà oggettive insite nell'individuazione e nell'interpretazione delle unità depostesi in ambienti continentali: queste ultime sono infatti spesso conservate come lembi discontinui per effetto dell'intensa attività di incisione e di rimodellamento avvenuta in ambito collinare. Problematici per la correlazione dei corpi geologici e la ricostruzione del quadro stratigrafico pliocenico-quaternario sono inoltre l'esiguo spessore dei depositi, in genere non superiore alla decina di metri, e la ridotta estensione degli affioramenti: l'assenza di sezioni geologiche naturali sufficientemente estese, tali da consentire l'osservazione diretta dei rapporti tra i diversi corpi sedimentari, rappresenta l'inconveniente maggiore, in quanto lascia ampio spazio a diverse possibili interpretazioni e non pone, di conseguenza, precisi vincoli alla ricostruzione stratigrafica.

A differenza di quanto in genere osservabile per le successioni marine, quelle di origine continentale sono contraddistinte al loro interno da numerose discontinuità erosionali di diverso significato genetico e rango gerarchico le quali, se non correttamente individuate, interpretate e cartografate, possono condurre a una ricostruzione stratigrafica errata: l'esempio più significativo per l'area collinare piemontese riguarda il cosiddetto "Villafranchiano" *Auct.*, costituito da due distinti complessi sedimentari tra loro sovrapposti (cfr. § 2) (CARRARO Ed., 1996) ma, ancora di recente, erroneamente indicato in letteratura come corrispondente a un'unica unità a valenza cronostatigrafica. Inoltre, con la sola esclusione di alcune litofacies particolarmente significative quali il *loess* eolico, i sedimenti continentali

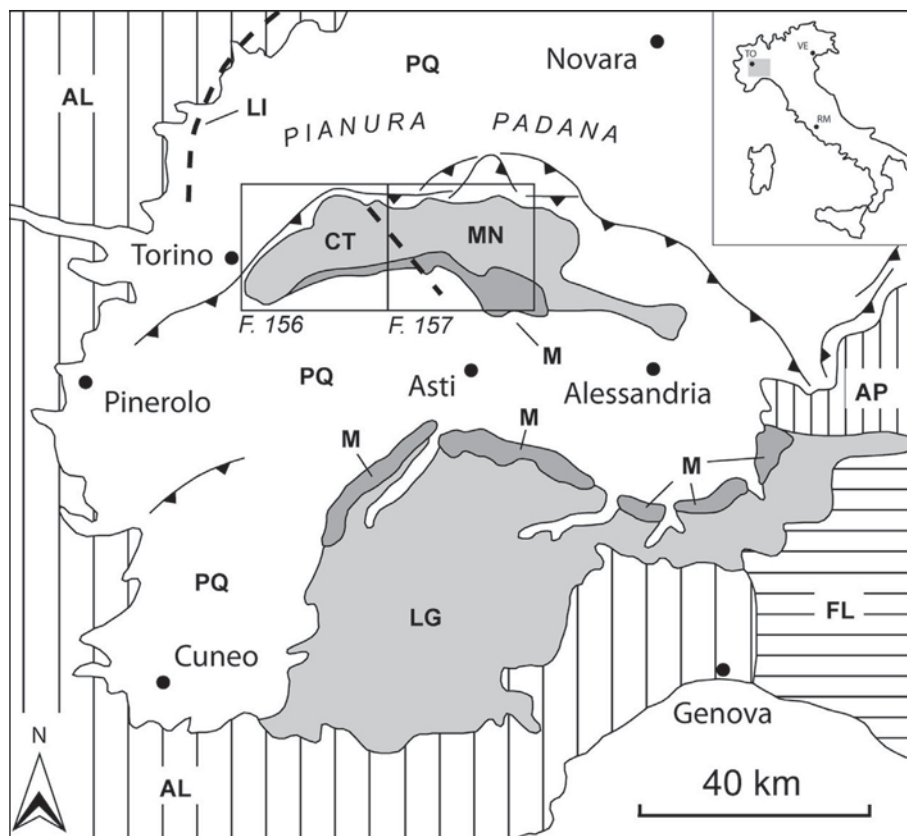


Fig. 1 - Schema geologico del Bacino Terziario Piemontese. AL: Catena Alpina. AP: Catena Appenninica. FL: Falde liguri. Bacini sedimentari paleogenico-neogenici su substrato alpino: CT = Collina di Torino; LG = Langhe. Bacini sedimentari paleogenico-neogenici su substrato appenninico: MN = Monferrato. M: successione messiniana. PQ: successione pliocenico-quaternaria. LI: Linea Insubrica. I riquadri rappresentano le aree dei Fogli 156 "Torino Est" e 157 "Trino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

Geological sketch of the Tertiary Piedmont Basin. AL: Alpine thrust belt. AP: Apennines thrust belt. FL: Ligurian nappes. Alps-related paleogenetic to neogenic sedimentary basins: CT = Torino Hill; LG = Langhe. Apennines-related paleogenetic to neogenic sedimentary basins: MN = Monferrato. M: Messinian succession. PQ: pliocenic to quaternary sediments. LI: Insubric Line. Squares correspond to 156 "Torino Est" and 157 "Trino" sheets of the Geologic Map of Italy at 1:50.000 scale.

derivano spesso dalla rielaborazione dei sottostanti termini marini, rispetto ai quali possono pertanto mostrare una spiccata "convergenza di facies".

Particolarmente complesso, e spesso non risolvibile, appare infine il problema relativo alla datazione dei depositi continentali, per i quali, in assenza di un adeguato contenuto fossilifero o di altri *marker* significativi, solo raramente è possibile definire un preciso inquadramento cronologico.

A favorire una corretta analisi e interpretazione dei diversi termini pliocenico-quaternari può intervenire l'espressione morfologica, che in genere caratterizza i sedimenti continentali: sebbene variamente rimodellata, l'espressione superficiale spesso presenta elementi del tutto caratteristici dell'ambiente di sedimentazione, facilitando pertanto la ricostruzione e la rappresentazione delle originarie geometrie deposizionali.

Nel prosieguo della presente nota vengono evidenziate le ragioni che hanno privilegiato l'uso delle unità a limiti inconformi ("*Unconformity bounded stratigraphic units*"; UBSU) nella rappresentazione delle successioni continentali quaternarie piemontesi. Sono inoltre illustrati alcuni esempi cartografici relativi all'area collinare compresa nei Fogli 156 "Torino Est" e 157

"Trino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (DELA PIERRE *et al.*, 2003; FESTA *et al.*, in stampa): vengono in particolare evidenziate le caratteristiche delle unità affioranti (Fig. 2), le problematiche incontrate nel corso dei rilievi di terreno e le soluzioni adottate per la stesura dei documenti cartografici.

2. LA SUCCESSIONE "VILLA-FRANCHIANA"

Il più antico termine di natura continentale affiorante nell'ambito dei rilievi collinari piemontesi corrisponde alla successione "villafranchiana", ampiamente descritta e analizzata da numerosi autori in relazione soprattutto al ricco contenuto fossilifero (CUVIER, 1806a, b; BORSON, 1830a, b; SISMONDA, 1849, 1852; GASTALDI, 1860, 1861; DE MORTILLET, 1864; PARETO, 1865; SACCO, 1895).

Nel corso degli ultimi anni, accurati rilievi geologici hanno condotto alla completa revisione di questa potente successione, costituita da sedimenti deltizi e fluviali, consentendo fra l'altro di riconoscere al suo interno la presenza di un'importante discontinuità erosionale estesa su scala regionale e indicata come Superficie di Cascina Viarengo (CARRARO Ed., 1996; BOANO & FORNO, 1996, 1999; BOANO *et al.*, 1997) (Fig. 3): essa corrisponde a una discordanza angolare che separa due corpi sedimentari sovrapposti, il Complesso Inferiore e il Complesso Superiore, contraddistinti da diversi caratteri sedimentari e da un differente grado di deformazione tettonica. Il reale significato di questa discontinuità, difficilmente individuabile e interpretabile alla scala del singolo affioramento, è emerso essenzialmente grazie al rilievo geologico effettuato sull'intera area-tipo e a un'accurata rappresentazione cartografica, che hanno consentito di evidenziare come essa separi due corpi geologici con giacitura leggermente differente.

Il Complesso Inferiore è rappresentato alla base dalle Sabbie di Ferrere (Fig. 4), caratterizzate da una stratificazione incrociata concava, con immersioni in senso opposto, contenenti localmente frammenti di

molluschi marini, di macroresti vegetali e di vertebrati continentali. La natura sabbiosa, le strutture sedimentarie e la mescolanza di fossili marini e continentali sono indicativi di una facies di fronte deltizio.

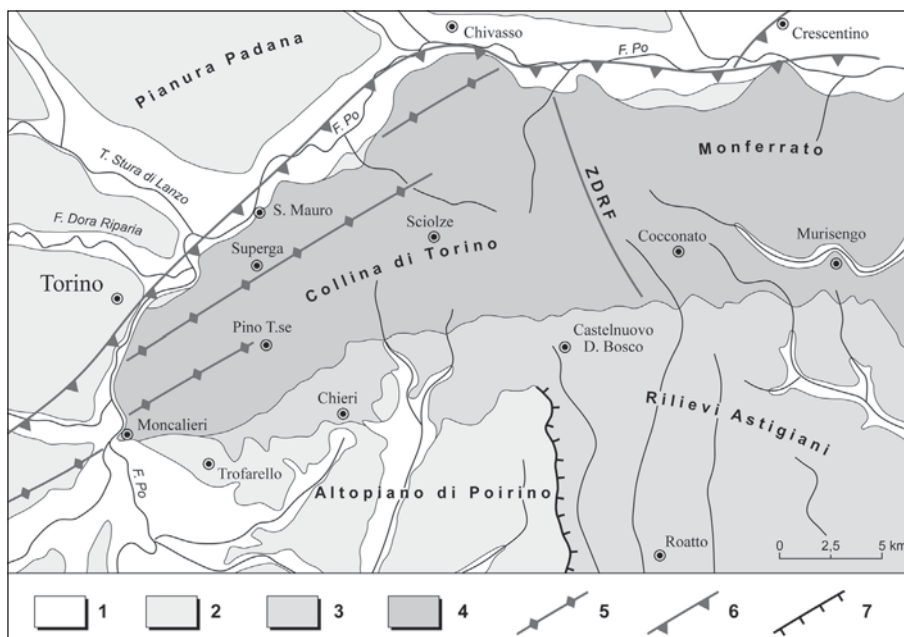


Fig. 2 - Schema geologico dell'area di indagine. 1: Successione pre-pliocenica. 2: Successione pliocenica. 3: Sedimenti fluviali terrazzati (Pleistocene medio-superiore). 4: Sedimenti fluviali recenti e attuali (Pleistocene superiore - Attuale). 5: Principali strutture anticlinali. 6: Thrust frontale padano. 7: Scarpata di erosione. ZDRF: Zona di Deformazione di Rio Freddo.

Geological sketch of the studied area. 1: Pre-Pliocene succession. 2: Pliocene succession. 3: Terraced fluvial sediments (Middle-Upper Pleistocene). 4: Fluvial sediments (Late Upper Pleistocene-Present). 5: Main anticline structures. 6: Padanian thrust front. 7: Erosional scarp. ZDRF: Rio Freddo Deformation Zone.

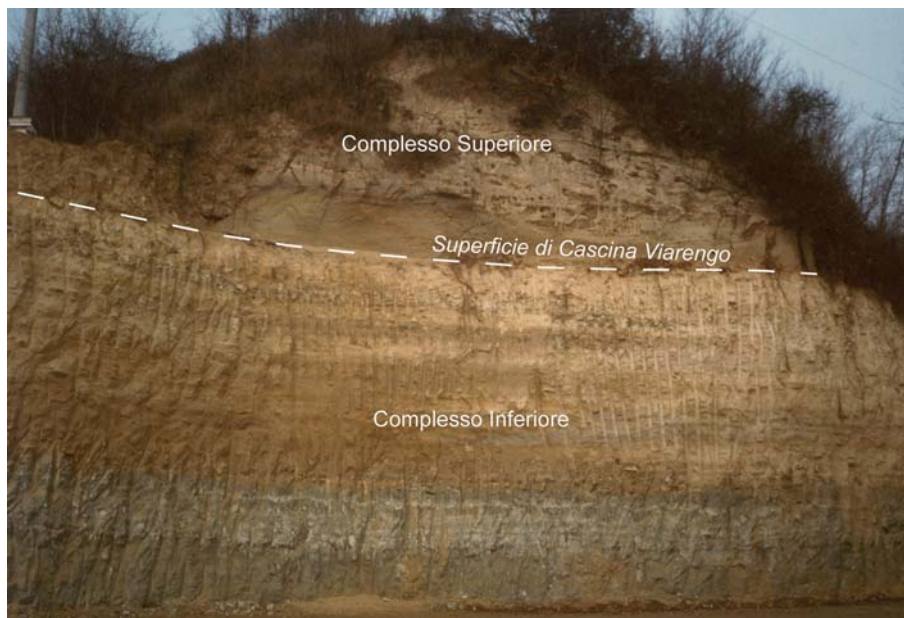


Fig. 3 - Discontinuità erosionale di Cascina Viarengo, corrispondente ad una discordanza angolare che separa i due complessi costituenti la successione "villafranchiana" (Cascina San Martino, Villafranca d'Asti, fronte di cava con altezza di 13 m).

Cascina Viarengo erosional surface, corresponding to an angular unconformity between the upper and lower "villafranchian" complexes (Cascina San Martino, Villafranca d'Asti, quarry front 13 m high).

Sovrapposti alle Sabbie di Ferrere si sviluppano i Silt di San Martino costituiti da alternanze di sedimenti siltosi e sabbiosi: i primi, ricchi di macroresti vegetali, costituiscono il colamento dei settori di intercanale di una pianura deltizia (Fig. 5); i sedimenti sabbiosi rappresentano invece il riempimento dei canali distributori della pianura deltizia, entro i quali sono state rinvenute numerose carcasse, talvolta complete, di vertebrati fluitati (Fig. 6).

Il Complesso Inferiore, riferibile ad un ambiente deltizio, poggia in continuità di sedimentazione sulle Sabbie di Asti, deposte invece in ambiente litorale. I sedimenti che lo compongono sono riccamente fossiliferi, contenendo resti di vertebrati tra cui si ricordano *Mastodon arvernensis*, *Stephanorhinus jeanvireti*, *Mesopithecus monspessolanus*, *Leptobos stenometopon* e *Tapirus arvernensis*, che consentono un riferimento al Pliocene medio (CAMPANINO *et al.*, 1994). Questi rinvenimenti, associati ad un ricco contenuto micropaleontologico, consentono un'attribuzione del Complesso Inferiore al Pliocene medio. Il complesso è inoltre caratterizzato da una apprezzabile deformazione tettonica, responsabile dell'inclinazione dei sedimenti di circa 10° verso Ovest.

Relativamente differenti sono invece le caratteristiche del Complesso Superiore: esso è costituito alla base dal Sintema di Morialdo, formato da sabbie e ghiaie minute riferibili ad un ambiente fluviale ad elevata energia; al tetto si sviluppa invece il Sintema di Buttigliera, formato in netta prevalenza da silt argillosi connessi allo sviluppo di un'ampia pianura di esondazione fluviale. Il Complesso Superiore mostra un contenuto fossilifero scarso e poco significativo che ne ha consentito una attribuzione, per quanto dubitativa, al Pleistocene inferiore ed è interessato da una modestissima deformazione, evidenziata dalla giacitura suborizzontale dei sedimenti.

Proprio il differente significato paleoambientale e cronologico attribuito ai due complessi sedimentari, nonché la presenza di un diverso assetto giaciturale dei sedimenti deltizi e fluviali, suggeriscono l'interposizione di una significativa lacuna stratigrafica che materializza uno *iatos* temporale esteso a coprire parte del Pliocene



Fig. 4 - Stratificazione incrociata concava delle Sabbie di Ferrere, riferibili ad un ambiente di fronte deltizio (Castelnuovo don Bosco, fronte di cava con altezza di circa 15 m).

Well-developed trough cross-bedding in the Ferrere Sands, referred to a deltaic front environment (Castelnuovo don Bosco, quarry front about 15 m high).



Fig. 5 - Macroresti vegetali nei Silt di San Martino, riferibili ad un ambiente di pianura deltizia (Cascina San Martino, Villafranca d'Asti).

Plant remains in the San Martino Silts, referred to a deltaic plain environment (Cascina San Martino, Villafranca d'Asti).

medio, il Pliocene superiore e parte del Pleistocene inferiore: lo sviluppo di questa discordanza è imputabile alla deformazione tardo-pliocenica subita dall'edificio collinare in risposta alla strutturazione del *thrust* frontale padano (CARRARO Ed., 1996; BOANO & FORNO, 1996, 1999; BOANO *et al.*, 1997; MOSCA, 2006).

Per la rappresentazione della successione "villafanchiana" affiorante nei Fogli "Torino Est" e "Trino", le



Fig. 6 - Sabbie costituenti il riempimento di un canale fluviale entro i Silt di San Martino, contenenti un frammento di *Stephanorhinus jeanvireti* (Cascina Melona, Roatto).

Sands filling a fluvial channel in the San Martino Silts, with Stephanorhinus jeanvireti rests (Cascina Melona, Roatto).

particolari caratteristiche stratigrafiche del Complesso Inferiore (graduale passaggio ai sottostanti termini marini) e di quello Superiore (presenza di discontinuità significative a tetto e a letto del corpo sedimentario) hanno inevitabilmente imposto l'utilizzo di un criterio di classificazione stratigrafica ibrido, in accordo con quanto suggerito dalle linee guida del Progetto CARG (PASQUARÉ *et al.*, 1992; GERMANI *et al.*, 2003): per le Sabbie di Ferrere e i Silt di San Martino si è fatto ricorso a criteri prettamente litostratigrafici; per i sovrastanti Sintemi di Morialdo e di Buttigliera si sono utilizzate le unità a limiti inconformi.

Il notevole dettaglio introdotto nel corso del rilevamento ha inoltre consentito di evidenziare la presenza di alcune importanti discontinuità strutturali, in genere non percepibili alla scala dell'affioramento, che dislocano le Sabbie di Asti e la sovrastante successione "villafranchiana", con rigetti complessivi valutabili in alcune decine di metri (Fig. 7) (BOANO & FORNO, 1999; FESTA *et al.*, in stampa). Le principali discontinuità tettoniche evidenziate sono rappresentate dalla Zona

di Faglia di Castelnuovo don Bosco e dalla Zona di Faglia di Cascina Fagliaverde, entrambe corrispondenti a strutture *en échelon* a sviluppo subverticale e con direzione media N120°. Sono anche state individuate alcune discontinuità con andamento circa N-S indicate come Faglia di Serra, Faglia di Capriglio e Faglia di Agagliate.

In stretta relazione alle strutture regionali si osservano strutture minori, corrispondenti a *soft sediments deformations*, che interessano i sedimenti "villafranchiani" del Complesso Inferiore: in questi casi spesso si rinvengono, associati, diversi tipi di deformazioni quali *slumpings*, lamine destrutturate, fratture a varia scala, strutture da carico e filoni sedimentari (Fig. 8) (BOANO *et al.*, 1997).

Localmente sono stati evidenziati anche corpi sedimentari di ridotta estensione ma che, per le loro caratteristiche intrinseche,

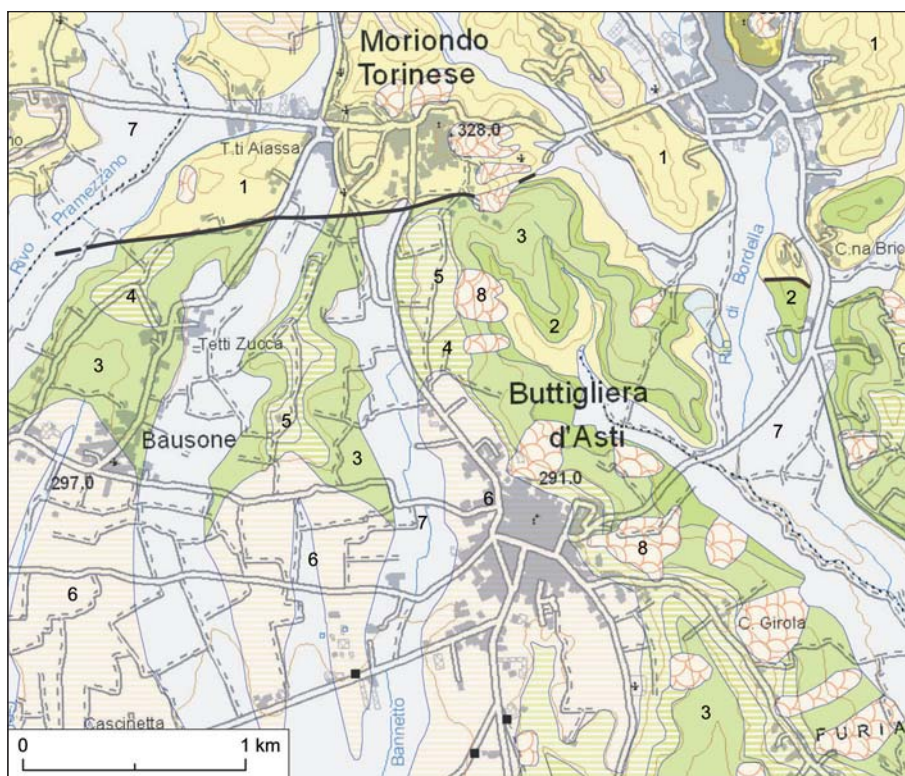


Fig. 7 - La Zona di Faglia di Castelnuovo don Bosco che disloca la successione "villafranchiana". 1: Sabbie di Asti. 2: Silt di San Martino ("Villafranchiano" Auct.). 3: Sabbie di Ferrere ("Villafranchiano" Auct.). 4: Sintema di Morialdo. 5: Sintema di Buttigliera. 6: Sintema di San Giovanni. 7: Sintema di Palazzolo. 8: depositi di frana.

Castelnuovo don Bosco Fault Zone responsible of the dislocation of the "villafranchian" succession. 1: Asti Sands. 2: San Martino Silts ("Villafranchiano" Auct.). 3: Ferrere Sands ("Villafranchiano" Auct.). 4: Morialdo Synthem. 5: Buttigliera Synthem. 6: San Giovanni Synthem. 7: Palazzolo Synthem. 8: landslide deposits.

rivestono un importante significato geologico. L'esempio più significativo è rappresentato dalle facies "villafranchiane" rielaborate da fenomeni gravitativi sinsedimentari: la scelta di cartografare questi corpi, difficilmente rappresentabili in una cartografia a piccola scala come quella adottata nel Progetto CARG, è motivata dal fatto che essi attestano la presenza, nell'originario contesto deposizionale, di scarpate di faglia in grado di interagire attivamente con la sedimentazione deltizia (BOANO *et al.*, 1997) (Fig. 7). In tal senso, è da sottolineare come l'ambiente di pianura deltizia, caratterizzato da gradienti estremamente modesti e quindi generalmente non soggetto a fenomeni gravitativi, si presti in modo particolarmente efficace per evidenziare la presenza di fenomeni tettonici sinsedimentari.

Allo stesso modo, per l'importante significato che essi rivestono nell'evoluzione geologica, sono stati rappresentati alcuni lembi di suoli molto evoluti sviluppati al tetto delle Sabbie di Asti, indicativi di aree relativamente stabili scarsamente interessate dall'erosione (BOANO *et al.*, 1999).

3. LA SUCCESSIONE FLUVIALE PLEISTOCENICA

L'avvio del Progetto CARG ha rappresentato un'occasione unica per lo studio e l'analisi del Quaternario continentale delle aree collinari piemontesi, offrendo la possibilità di effettuare una nuova cartografia di dettaglio delle formazioni superficiali, prevalentemente non raffigurate nella cartografia precedente con la sola eccezione della copertura eolica (BORTOLAMI *et al.*, 1969). Il progetto ha inoltre consentito di definire la successione stratigrafica relativa a grandi aree e, pertanto, di riconoscere gli areali di distribuzione dei sedimenti pertinenti ai singoli bacini idrografici. Questi due elementi hanno permesso di tracciare un quadro evolutivo estremamente particolareggiato, anche in presenza di una significativa mobilità tettonica differenziale come quella che ha caratterizzato i rilievi collinari piemontesi.

Le recenti indagini riguardanti la successione pleistocenica di queste aree hanno permesso di individuare la presenza di antichi sedimenti fluviali distribuiti su entrambi i versanti della Collina di Torino e del Monferrato e in corrispondenza all'Altopiano di Poirino.

Sul versante meridionale dei rilievi i sedimenti fluviali, prevalentemente siltosi e solo localmente ghiaiosi, sono riconducibili ad un antico tracciato del F. Po che nel corso del Pleistocene medio e superiore defluiva a sud dell'edificio collinare (paleocollettore meridionale) e ad alcuni suoi affluenti alpini: la successione è interessata da una significativa deformazione a carattere differenziale, progressivamente maggiore procedendo verso



Fig. 8 - *Soft sediment deformations*, con altezza di circa 15 cm, rinvenute entro i sedimenti "villafranchiani" in prossimità delle discontinuità strutturali individuate (Cimitero di Valle Sauglio, Trofarello).

About 15 cm high soft sediment deformations in the "villafranchian" succession near the reported structural discontinuities (Cimitero di Valle Sauglio, Trofarello).

lo spartiacque collinare, dove i sedimenti risultano sospesi con un dislivello fino a circa 300 m rispetto al reticolato idrografico dell'attuale pianura (FORNO, 1980, 1982; COMPAGNONI & FORNO, 1992).

Sui versanti occidentale e nordoccidentale dei rilievi della Collina di Torino e del Monferrato i sedimenti fluviali, anch'essi prevalentemente siltosi con subordinate intercalazioni ghiaiose, pur essendo prospicienti all'attuale alveo del F. Po sono stati interpretati come il prodotto del deflusso di corsi d'acqua alpini (paleocollettore settentrionale), in un intervallo di tempo (Pleistocene medio e superiore) che precede l'impostazione del F. Po nella sua attuale configurazione: l'attribuzione di queste unità a corsi d'acqua di pertinenza alpina è avvalorata dall'analisi mineralogica dei sedimenti (VEZZOLI *et al.*, 2005). La successione fluviale di questo settore appare sensibilmente terrazzata con lembi di depositi sospesi, con un dislivello fino a circa 400 m, rispetto al reticolato idrografico di pianura: i rapporti di terrazzamento esistenti tra i diversi corpi sedimentari, indicativi di una spiccata attività erosiva dei corsi d'acqua, testimoniano una deformazione quaternaria particolarmente marcata del settore settentrionale dell'area collinare, riconducibile all'evoluzione del *thrust* frontale padano (FORNO *et al.*, 2002; BOANO *et al.*, 2004; FORNO & LUCCHESI, 2005; BARBERO *et al.*, 2007).

Le tracce del modellamento fluviale pleistocenico riconosciute nelle diverse aree collinari non sono pertanto riferibili all'attuale reticolato idrografico, ma sono da ricondurre al paleoreticolato idrografico regionale. L'impostazione del F. Po lungo il margine settentrionale del rilievo e l'assetto dell'attuale idrografia collinare risultano invece estremamente recenti (CARRARO, 1976; CARRARO *et al.*, 2005): i sedimenti connessi con il nuovo andamento, oltre ad avere una diversa composizione petrografica dei clasti rispetto ai depositi del paleoreti-

colato, hanno una distribuzione localizzata esclusivamente in prossimità dell'incisione attuale, sviluppata al margine settentrionale del rilievo collinare, e sono riferibili esclusivamente alla parte alta del Pleistocene superiore e all'Olocene.

L'analisi e la rappresentazione cartografica della successione di sedimenti fluviali distribuiti sui versanti collinari ha tuttavia presentato una serie di difficoltà oggettive fra le quali il sensibile grado di antropizzazione di alcune aree, responsabile in taluni casi di radicali modificazioni dell'originario assetto morfologico, e in secondo luogo le difficoltà di accesso alle proprietà, in genere rappresentate da edifici di pregio architettonico compresi in aree residenziali.

In merito al primo aspetto, particolare attenzione è stata posta alla valutazione del reale significato degli elementi del paesaggio attuale presenti nelle aree collinari, con specifico riferimento ai lembi di superfici terrazzate su cui molto spesso sorgono edifici antichi. La correlabilità altimetrica e pedostratigrafica tra i diversi lembi e il frequente rinvenimento di depositi ha consentito di verificare la genesi fluviale della maggior parte delle superfici, solo talvolta interessate da modesti ampliamenti. Si è invece omessa la rappresentazione dei lembi profondamente modificati dall'intervento antropico come nel caso dell'ampia superficie terrazzata di Villa Sambuy, localizzata in prossimità del margine settentrionale della Collina di Torino (San Mauro) (FESTA *et al.*, in stampa).

Solo in alcune situazioni la presenza di strutture antropiche ha determinato condizioni favorevoli all'osservazione e allo studio dei sedimenti. Un esempio in tal senso è fornito dal lembo di terrazzo che ospita Villa Gualino (FORNO *et al.*, 2002), localizzato sul versante settentrionale della Collina di Torino: la realizzazione di una serie di indagini di sottosuolo (sondaggi a carotaggio continuo) ha consentito di rinvenire, al di sotto della coltre antropica e colluviale, un esteso corpo fluviale altrimenti difficilmente individuabile (Fig. 9). Il corpo, costituito da una successione di sedimenti sabbiosi e siltosi, ha un'estensione laterale di alcune centinaia di metri e uno spessore massimo di circa 5 m: la forma lenticolare del deposito fluviale e la sua chiusura laterale fanno sì che esso non affiori mai, neppure lungo le scarpate che delimitano la superficie terrazzata.

In generale, le dimensioni molto ridotte dei lembi quaternari e il modesto spessore dei sedimenti creano notevoli difficoltà sia nel corso dei rilievi di terreno, che devono necessariamente procedere con estremo dettaglio, sia durante la successiva fase interpretativa e di stesura cartografica. La rappresentazione dei sedimenti quaternari, la cui presenza è riconoscibile grazie a pochi ma significativi affioramenti, deve pertanto essere integrata anche dall'analisi dei subaffioramenti e dei

prodotti colluviali connessi con la rielaborazione dei sedimenti fluviali, che permettono di apprezzare la reale estensione dei diversi corpi geologici.

Anche per la successione fluviale pleistocenica la rappresentazione cartografica è avvenuta mediante l'utilizzo delle unità a limiti inconformi. Tuttavia, le profonde modificazioni subite nel tempo dal reticolato idrografico collinare e la presenza di successioni estremamente frammentate dai fenomeni erosivi, quali quelle presenti nei rilievi collinari piemontesi, hanno portato a introdurre generici "paleocollettori", corrispondenti a raggruppamenti di bacini idrografici alpini tra loro confluenti, completamente svincolati rispetto al reticolato idrografico attuale. Nel caso del Foglio "Torino Est", accanto ai bacini del F. Po e dei principali affluenti alpini (Sangone, Dora Riparia, Stura di Lanzo, Orco e Dora Baltea), sono stati introdotti il "paleocollettore meridionale", a cui sono riferibili lembi di depositi conservati sul versante meridionale della Collina di Torino, e il "paleocollettore settentrionale", i cui relitti sono conservati sul versante settentrionale del rilievo (DELA PIERRE *et al.*, 2003; FESTA *et al.*, in stampa). La maggior parte delle unità fluviali riconosciute in ambito collinare sono state attribuite a questi due corsi d'acqua, i cui sedimenti si differenziano nettamente da quelli legati all'andamento attuale del F. Po.

Al "paleocollettore meridionale" sono stati attribuiti, in particolare, quattro sintemi: i due sintemi più antichi, riferibili al Pleistocene inferiore, comprendono il Complesso Superiore della successione "villafranchiana", di età pleistocenica inferiore, e affiorano solo sporadicamente lungo il margine meridionale della Collina di Torino e del Monferrato; per contro i due sintemi più recenti, riferibili al Pleistocene medio e superiore, hanno una distribuzione molto ampia rappresentando i termini quaternari arealmente più diffusi in ambito collinare: costituiscono ampie depressioni relitte con andamento arcuato in pianta attribuibili al modellamento di un grande corso d'acqua a meandri con deflusso verso est

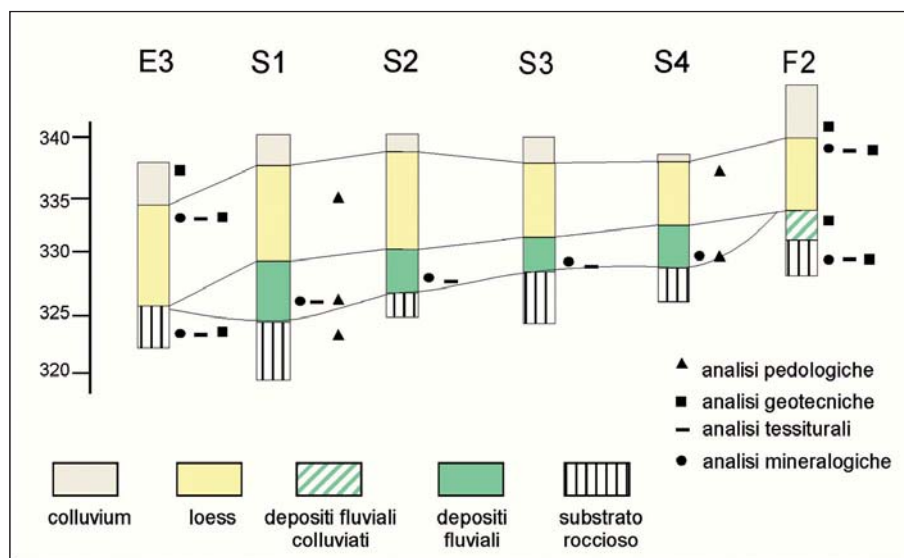


Fig. 9 - Profilo geologico realizzato in corrispondenza del lembo di superficie terrazzata di Villa Gualino (Torino), con l'indicazione del corpo fluviale rinvenuto tramite i sondaggi (da FORNO *et al.*, 2002).

Geological cross section along the Villa Gualino terraced surface, with the fluvial body recognized by boreholes (da FORNO *et al.*, 2002).

(FORNO, 1980; 1982; CARRARO *et al.*, 2005).

Particolarmente evidente è l'espressione morfologica complessiva dei due termini più recenti, corrispondente ai relitti di una estesa pianura alluvionale connessa con un antico andamento del F. Po, impostato a sud della Collina di Torino, e dei relativi affluenti di provenienza alpina. I relitti morfologici dell'originaria pianura alluvionale, che si può ipotizzare avesse una blanda inclinazione verso est, e i sedimenti fluviali che la costituiscono appaiono attualmente variamente deformati. I sedimenti più antichi, compresi nel Sintema di Zanco riferibile al Pleistocene medio (DELA PIERRE *et al.*, 2003; FESTA *et al.*, in stampa), poggiano su evidenti superfici di erosione modellate nei diversi termini della successione marina terziaria (Fig. 10) e sono distribuiti lungo una fascia altimetrica compresa tra 270 e 550 m di quota.

Essi corrispondono a lembi profondamente incisi dal reticolato idrografico sovraimposto, risultando infatti conservati unicamente sulla sommità delle dorsali collinari: i sedimenti hanno perso l'originaria giacitura suborizzontale e attualmente appaiono caratterizzati da valori medi di inclinazione di circa 7-8° verso sud (Fig. 11). Il Sintema di Zanco è costituito in netta prevalenza da sedimenti fluviali silicei caratterizzati da una notevole alterazione; solo localmente sono presenti corpi lenticolari ghiaiosi (Fig. 10). La litologia dei clasti che caratterizza questa unità indica inequivocabilmente il contributo di un importante corso d'acqua proveniente dal settore alpino modellato nel Massiccio Ultrabascio di Lanzo (COMPAGNONI & FORNO, 1992).

I sedimenti più recenti, rappresentati dal Sintema di San Giovanni (di età Pleistocenica superiore) (FESTA *et al.*, in stampa), poggiano su una superficie erosionale modellata nei diversi termini della successione "villafranchiana" e sono conservati con continuità in corrispondenza al settore settentrionale dell'Altopiano di Poirino. Corrispondono a un corpo sedimentario relativamente continuo caratterizzato da un'inclinazione modesta (0,3 %) verso SSW: rispetto al Sintema di Zanco, il Sintema di San Giovanni risulta solo blandamente deformato ed inciso in

modo meno accentuato dal reticolato idrografico.

Dal punto di vista cartografico, la locale presenza di una estesa copertura di loess, riferibile al Pleistocene superiore, e di sabbie eoliche oloceniche ha spesso ostacolato, non solo il riconoscimento dei sottostanti termini fluviali, ma anche la loro rappresentazione cartografica: quest'ultima è risultata particolarmente com-



Fig. 10 - Depositi fluviali ghiaiosi connessi al "paleocollettore meridionale" (Sintema di Zanco), poggianti su una superficie di erosione modellata nei sedimenti "villafranchiani" (fronte di cava con altezza di circa 6 m).

Gravelly fluvial deposits connected with the "southern palaeocollector" (Zanco Synthem), resting above erosional surface modelled in the "villafranchian" sediments (quarry front about 6 m high).



Fig. 11 - Espressione morfologica dell'estesa pianura modellata dal "paleocollettore meridionale" (Sintema di Zanco) nei dintorni di Chieri, sul versante meridionale della Collina di Torino: la linea tratteggiata rappresenta il margine superiore della pianura.

Morphological evidence of the widespread plan modelled by the "southern palaeocollector" (Zanco Synthem) near Chieri, along the southern slope of the Torino Hill: the broken line is the edge of the plain.

plexa nelle aree in cui sono presenti diverse unità sedimentarie affioranti in uno spazio ristretto (Fig 12).

Sono stati inoltre distinti dal Sintema di Zanco i depositi fluviali connessi con l'antico reticolato affluente, costituenti lembi di terrazzi fluviali sensibilmente incastrati dentro le valli: questi sedimenti, indicati nei Fogli "Torino Est" e "Trino" come Sintema di Palazzolo, corrispondono a depositi fluviali sabbioso-ghiaiosi e sono riferibili al Pleistocene superiore. Il legame di questi sedimenti con antichi percorsi del reticolato affluente del paleoPo, e non con il reticolato idrografico attuale, è suggerito dall'andamento prevalentemente verso SSE dei corsi d'acqua, che contrasta con l'andamento dell'idrografia attuale, drenante invece verso S o SSW. E' da sottolineare come nel tempo il reticolato affluente sia migrato in risposta alla contemporanea deformazione dell'edificio collinare (Fig. 13) (FORNO & BOANO, 2006).

Contemporaneamente al modellamento dell'antico percorso del F. Po sul versante meridionale della Collina di Torino e del Monferrato, su quello settentrionale si sviluppavano antichi andamenti di altri corsi d'acqua alpini, corrispondenti al F. Dora Riparia, al T. Stura di Lanzo, al T. Orco e al F. Dora Baltea. In queste aree i sedimenti fluviali formano una successione visibilmente terrazzata (Fig. 14), costituente lembi di terrazzo sospesi di alcune centinaia di metri rispetto all'attuale Pianura Padana. La differenza di quota tra i diversi termini è notevole: i sedimenti più antichi sono riconoscibili in prossimità alla cresta spartiacque a circa 600 m di quota; i sedimenti più recenti sono invece sospesi di alcune decine di metri sull'alveo attuale del F. Po (220 m). I diversi lembi terrazzati sono stati raggruppati in tre sintemi, caratterizzati da suoli differenti e da un diverso grado di rimodellamento.

Anche nel caso di questi sintemi si è operata una scelta non basata sulla dimensione dei corpi geologici, conservati in lembi estremamente ridotti difficilmente cartografabili, bensì in base al loro significato geologico. I depositi fluviali conservati sul versante settentrionale

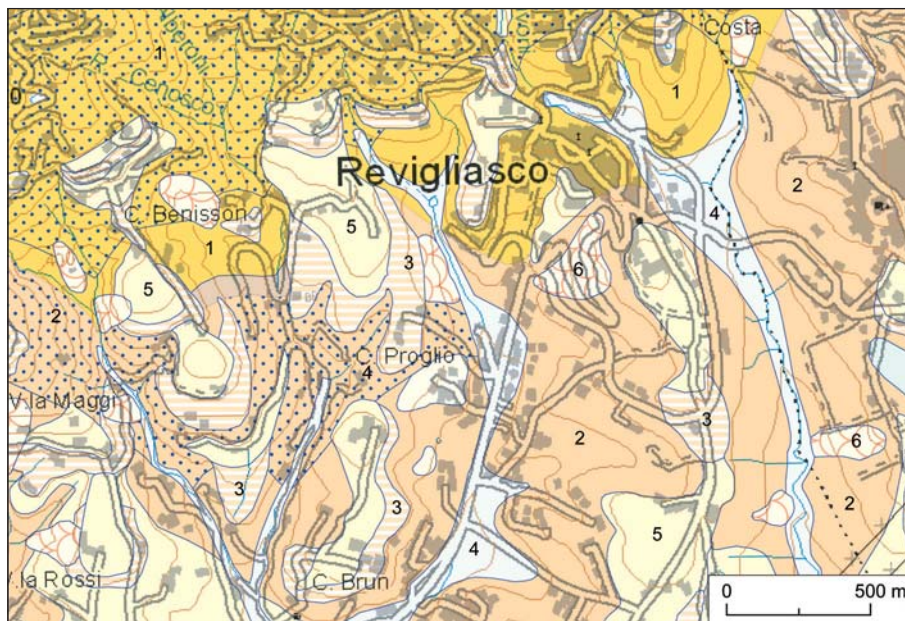


Fig. 12 - Dettaglio del Foglio "Torino Est" con l'indicazione dei sedimenti fluviali legati al "paleocollettore meridionale" (Sintema di Zanco) e del sovrastante loess eolico. 1: Formazione di Baldissero. 2: Marne di S. Agata Fossili. 3: Sintema di Zanco. 4: Sintema di Palazzolo. 5: loess. 6: depositi di frana.

Detail of the "Torino Est" sheet with the indication of fluvial sediments connected to the "southern paleocollector" (Zanco Synthem) and of the aeolian loess. 1: Baldissero Formation. 2: S. Agata Fossili Marls. 3: Zanco Synthem. 4: Palazzolo Synthem. 5: loess. 6: landslide deposits.

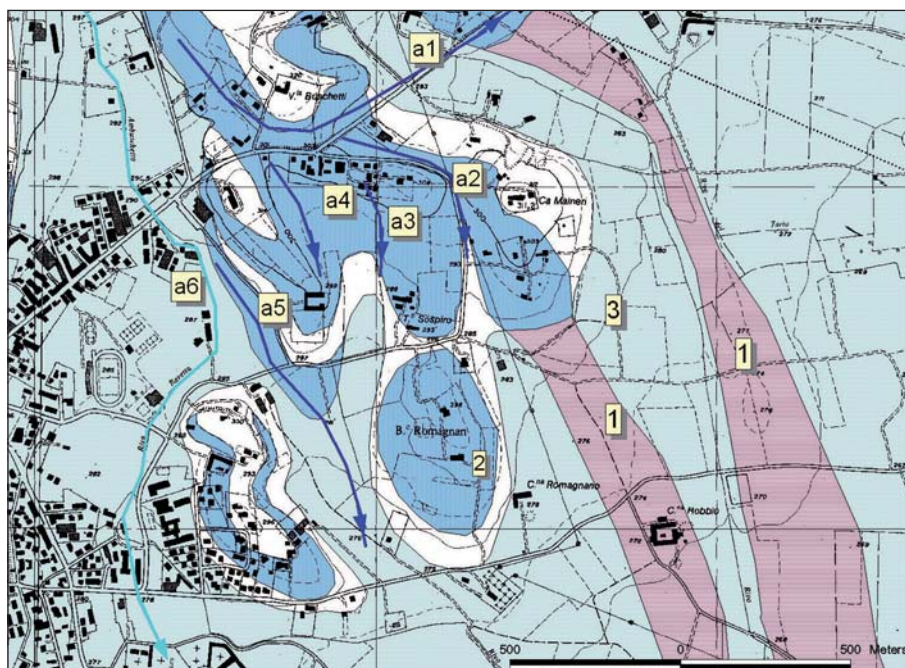


Fig. 13 - Variazioni negli andamenti in pianta del Rio Ambuschetto (Chieri) (a1, a2, a3, a4 e a5) progressivamente più prossimi alle direttrici attuali (a6). 1) sedimenti fluviali del Sintema di San Giovanni; 2) sedimenti fluviali del Sintema di Palazzolo; 3) depositi alluvionali attuali (da FORNO & BOANO, 2006).

Trend variations of Ambuschetto Stream (a1, a2, a3, a4 and a5) as they progressively reach the present trend (a6). 1) fluvial sediments of the San Giovanni Synthem; 2) fluvial sediments of the Palazzolo Synthem; 3) actual fluvial sediments (da FORNO & BOANO, 2006).

della Collina di Torino e del Monferrato rappresentano infatti i relitti dei settori distali dei conoidi alpini che si appoggiavano ai rilievi, coinvolti nella sensibile deformazione sinsedimentaria (Fig. 15) (FORNO & LUCCHESI,

2005): quest'ultima è legata all'evoluzione pliocenico-pleistocenica del *thrust* frontale padano localizzato alla base del versante settentrionale del rilievo collinare (PIERI & GROPPi, 1981; MOSCA, 2006).

Nella cartografia CARG si è deciso infine di distinguere le successioni dell'area di pianura da quelli collinari: nell'area di pianura, più prossima all'area alpina, le successioni dei diversi bacini idrografici affiorano in aree ben distinte mentre nell'area collinare, più distale, le successioni sono invece legate agli apporti di più bacini.

4. I DEPOSITI GRAVITATIVI E COLLUVIALI

L'analisi delle unità di modellamento fluviale non può prescindere da una corretta individuazione e rappresentazione degli accumuli gravitativi



Fig. 14 - Successione di superfici terrazzate (indicate dalle frecce), sensibilmente sospese rispetto alla pianura, connesse con il "paleocollettore settentrionale".

Succession of fluvial terraced surfaces connected to the "northern palaeocollector" (arrows), suspended above the actual Po plain.

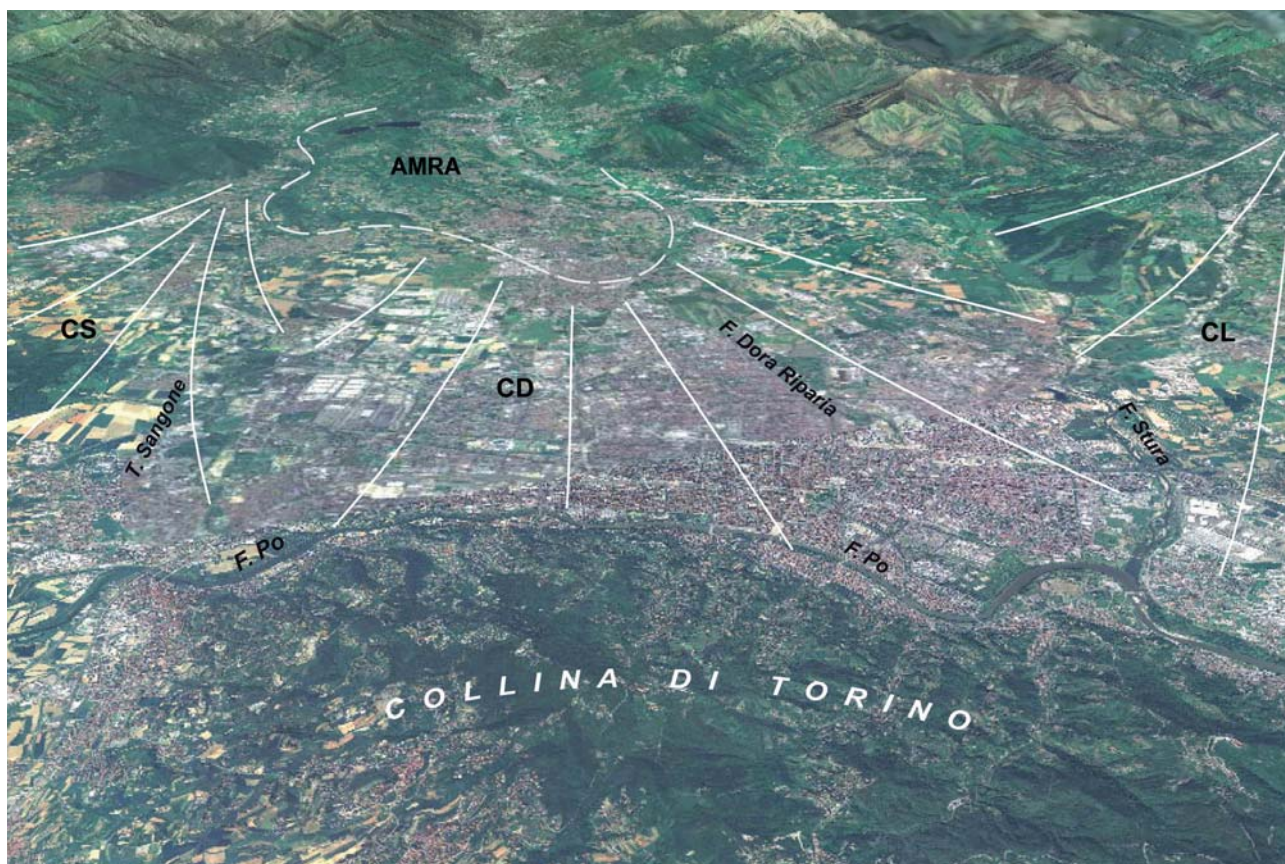


Fig. 15 - I settori distali dei conoidi connessi con i corsi d'acqua alpini appaiono coinvolti nel sollevamento quaternario della Collina di Torino. CS: conoide del T. Sangone. CD: conoide del F. Dora Riparia. CL: conoide del T. Stura di Lanzo. AMRA: Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana. Immagine tratta da Ambiente Italia 3D - Portale Cartografico Nazionale.

The distal sectors of the alpine alluvial fans are involved by the quaternary uplift of the Collina di Torino. CS: Sangone alluvial fan. CO: Dora Riparia alluvial fan. CL: Stura di Lanzo alluvial fan. AMRA: Rivoli-Avigliana Morainic Amphitheatre. Image from Ambiente Italia 3D - Portale Cartografico Nazionale.

che, per quanto di dimensioni ridotte, risultano estremamente diffusi nelle aree collinari piemontesi. L'estensione areale dei singoli fenomeni è in genere inferiore a 0,3 km²; il loro spessore è compreso tra pochi metri ed alcune decine di metri e rispecchia il carattere pellicolare della maggior parte dei fenomeni gravitativi di questa regione, che il più delle volte coinvolgono unicamente le coltri colluviali, la successione quaternaria o la parte corticale e più alterata del substrato. I fenomeni, tuttavia, possono raggiungere concentrazioni piuttosto elevate, soprattutto nelle aree in cui il substrato è caratterizzato da una maggiore componente siltoso-argillosa (DELA PIERRE *et al.*, 2003): ad un aumento della frazione siltosa (ad esempio Formazione di Antognola e Marne di Monte Piano) e argillosa (ad esempio Complesso caotico della Valle Versa e Complesso caotico di la Pietra) corrisponde infatti un maggior grado di plasticità delle rocce, una minore permeabilità e una maggiore propensione allo sviluppo dei fenomeni di instabilità.

Nella maggior parte dei casi gli accumuli di frana sono connessi a fenomeni gravitativi sviluppati con cinematismi di tipo roto-traslazionale e di colata, in grado di coinvolgere i termini della successione fluviale quaternaria, rimobilizzandoli verso valle oppure seppellendoli. A queste tipologie di movimento si affiancano altri fenomeni di colata rapida (*soil slip*) legate alla saturazione e repentina fluidificazione dei sedimenti superficiali e delle coltri di alterazione del substrato: per le loro caratteristiche (dimensioni piuttosto contenute e spessore di materiale coinvolto in genere inferiore al metro) risultano difficilmente rilevabili se non nell'immediatezza dell'episodio di mobilitazione. Questi fenomeni hanno una notevole ripetitività e ubiquitarità: si segnala, a titolo di esempio, che nel corso dell'evento alluvionale del novembre 1994 in alcuni settori del BTP sono stati censiti ben 95 *soil slip* ogni km² (SUSELLA, 1999). Questi fenomeni rappresentano i principali responsabili del progressivo smantellamento dei versanti e dei sedimenti fluviali pleistocenici, che vengono ridistribuiti verso valle a formare coltri più o meno continue e potenti di prodotti colluviali: quest'ultimi, rivestendo in modo pressoché uniforme i versanti collinari, ostacolano l'osservazione dei corpi sedimentari quaternari e dei loro rapporti reciproci. I prodotti colluviali risultano facilmente riconoscibili grazie alla presenza di continui ed estesi affioramenti e subaffioramenti, localizzati soprattutto in corrispondenza di campi arati dove appaiono evidenziati dalla presenza di "chiazze" di colore bruno: l'estrema diffusione di questi depositi e il loro esiguo spessore, generalmente non superiore al metro, ha sconsigliato una loro rappresentazione cartografica, a favore di una più chiara ed esplicita delimitazione dei termini più antichi della successione quaternaria e pre-quaternaria.

5. CONCLUSIONI

Il Progetto CARG ha rappresentato un'occasione irripetibile per la ridefinizione del quadro stratigrafico di dettaglio, esteso su scala regionale, delle successioni pliocenico-quaternarie depostesi in ambito continentale, soprattutto per quelle aree trascurate nelle precedenti rappresentazioni cartografiche.

L'abbandono dei classici criteri stratigrafici utilizzati fino agli anni '80 del secolo scorso, primi fra tutti

quelli litostratigrafici e cronostratigrafici, ha imposto l'utilizzo di un nuovo approccio all'analisi stratigrafica, più oggettivo, basato sul riconoscimento delle superfici erosionali: l'individuazione di queste discontinuità rappresenta pertanto il nuovo principale obiettivo della cartografia geologica.

Nell'ambito dei rilievi collinari piemontesi il riconoscimento dei record stratigrafici (superfici di discontinuità e depositi) è stato tuttavia fortemente ostacolato dall'esiguità e dalla frammentarietà dei lembi di sedimenti conservati, dalla frequenza dei fenomeni franosi responsabili dello smantellamento dei rilievi e dall'ubiquitarità della coltre colluviale. La scarsità degli elementi di datazione disponibili ha imposto la realizzazione di indagini di terreno estremamente dettagliate, anche per effetto dell'elevato tasso di antropizzazione delle aree collinari più prossime all'area metropolitana torinese: tali indagini, per quanto onerose, hanno consentito di individuare un significativo numero di sezioni geologiche naturali grazie alle quali è stato possibile svelare, almeno in parte, la reale complessità dell'assetto stratigrafico.

La finalità squisitamente geologica della cartografia realizzata nell'ambito del Progetto CARG ha invece imposto di trascurare buona parte delle informazioni a carattere prettamente morfologico, ad esempio i lembi estremamente rimodellati, privi degli originari depositi fluviali e conservati unicamente come espressione morfologica della superficie di appoggio dei sedimenti; le osservazioni morfologiche hanno tuttavia agevolato la ricostruzione dell'assetto stratigrafico nei settori da più lungo tempo esposti al rimodellamento superficiale.

BIBLIOGRAFIA

- BARBERO D., BOANO P., COLLA M. T. & FORNO M. G. (2007) - *Pleistocene terraced fluvial succession, northern slope of the Torino Hill*. Quaternary International, **171-172**, 64-71.
- BOANO P. & FORNO M. G. (1996) - *Carta geologica dell'area-tipo del Villafranchiano. Scala 1:20.000*. In: CARRARO F. Ed. (1996), *Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **9**(1).
- BOANO P., FORNO M. G. & GIARDINO M. (1997) - *Deformazioni sinsedimentarie nella successione villafranchiana presso Castelnuovo Don Bosco (Asti)*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **10**(2), 355-358.
- BOANO P. & FORNO M. G. (1999) - *La successione "villafranchiana" nell'area di Castelnuovo don Bosco (Asti)*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **12**(2), 161-194.
- BOANO P., BOERO V., FORNO M. G. & MOTTURA A. (1999) - *Significato di concentrazioni di resti fossili associati a un suolo e a prodotti colluviali entro la successione-tipo villafranchiana*. Geoitalia, 2° Forum FIST, 1999, **1**, 203-206.
- BOANO P., FORNO M. G. & LUCCHESI S. (2004) - *Pleistocene deformation of the Collina di Torino inferred from the modelling of their fluvial succession*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **17**(2/1), 145-150.
- BONI A., BONI P., BRAGA G. P., BRUNO G., CASNEDI R., CORSI M., DAL PIAZ G. B., GATTO G. O., GATTO P., MOTTA E., PEROTTO G., RAMPOLDI R. & MOSNA S. (1970) - *Foglio 69 "Asti" della Carta Geologica*

- d'Italia alla scala 1:100.000. II^a ed., Serv. Geol. It., Roma.
- BORTOLAMI G., CREMA G. C., MALARODA R., PETRUCCI F., SACCHI R., STURANI C., TAGLIAVINI S. & VENZO S. (1969) - Foglio 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. II^a ed., Serv. Geol. It., Roma.
- BORSON E. (1830a) - *Mémoire su quelques ossements fossiles trouvés en Piémont*. Lu à la séance du 6 Juin, Torino, 33-46.
- BORSON E. (1830b) - *Catalogue raisonné du Musée d'Histoire Naturelle de l'Académie de Turin*. Torino, 740 pp.
- CAMPANINO F., FORNO M. G., MOTTURA A., ORMEZZANO D. & SALA B. (1994) - *Stephanorhinus jeanvireti* (Guérin, 1972) (Rhinocerotidae, Mammalia) from Roatto near Villafranca d'Asti, NW Italy - Revision of the specimen from Dusino. Boll. Museo Reg. Sc. Nat. Torino, **12**, 439-499.
- CARRARO F. (1976) - *Diversione pleistocenica nel deflusso del bacino piemontese meridionale: un'ipotesi di lavoro*. Gruppo di Studio del Quaternario Padano, **3**, 89-100.
- CARRARO F., FORNO M. G., GIARDINO M. & PARO L. (2005) - *Field trip guide*. 14th Meeting of the Association of European Geological Societies, September 23rd 2005, Torino Hill. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **18**(2), 3-55.
- CARRARO F. Ed. (1996) - *Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **9**(1), 5-120.
- COMPAGNONI R. & FORNO M. G. (1992) - *Significato geologico di depositi fluviali ghiaiosi pleistocenici medi nella Collina di Torino*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **5**(1), 105-122.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (1990) - *Structural Model of Italy, scale 1:500.000, Sheet 1*. Progetto Finalizzato Geodinamica. S.E.L.C.A., Firenze.
- CUVIER G. (1806a) - *Sur les Éléphants vivans et fossiles*. Ann. Mus. Hist. Nat. Turin, **8**, 1-13.
- CUVIER G. (1806b) - *Sur différentes dents du genre des Mastodontes*. Ann. Mus. Hist. Nat. Paris, **8**, 401-414.
- DELA PIERRE F., PIANA F., BOANO P., FIORASO G., FORNO M. G., POLINO R. & CLARI P. (2003) - *Carta Geologica d'Italia. Foglio 157 "Trino" alla scala 1:50.000*. APAT, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici - Dipartimento Difesa del Suolo, Roma.
- DE MORTILLET (1864) - *L'époque quaternaire dans la vallée du Pô*. Bull. Soc. Géol. Fr., sér. 2, **2**, 138-151.
- FESTA A., BOANO P., IRACE A., LUCCHESI S., FORNO M. G., DELA PIERRE F., FIORASO G. & PIANA F. (in stampa) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 156 "Torino Est"*. ISPRA - Dipartimento Difesa del Suolo, Roma.
- FORNO M. G. (1980) - *Evidenza di un drenaggio abbandonato nel settore settentrionale dell'Altopiano di Poirino (Torino)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **3**, 61-65.
- FORNO M. G. (1982) - *Studio geologico dell'Altopiano di Poirino (Torino)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **5**, 129-162.
- FORNO M. G., BEN G., BOANO P., BOCCA P., BOERO V. & COMPAGNONI R. (2002) - *Lembi di depositi fluviali provenienti dai bacini alpini nordoccidentali sulla Collina di Torino presso Villa Gualino (NW Italy)*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **15**(2), 175-185.
- FORNO M. G. & BOANO P. (2006) - *Riorganizzazione del reticolato idrografico nella Collina di Torino in relazione alla deformazione quaternaria*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **19**(2), 215-222.
- FORNO M. G. & LUCCHESI S. (2005) - *La successione fluviale terrazzata pleistocenica dei versanti occidentale e nordoccidentale della Collina di Torino*. Il Quaternario, It. Journ. Quat. Sc., **18**(2), 123-134.
- GASTALDI B. (1860) - *Su alcune ossa di mammiferi fossili del Piemonte*. Atti Soc. It. Sc. Nat., **2**, 213-216.
- GASTALDI B. (1861) - *Cenni sui vertebrati fossili del Piemonte*. Mem. R. Acc. Sc. Torino, ser. 2, **19**, 19-89.
- GERMANI D., ANGIOLINI L. & CITA M. B. (2003) - *Guida Italiana alla Classificazione e alla Terminologia Stratigrafica*. APAT. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici. Quaderni, ser. 3, **9**, 155 pp.
- MOSCA P. (2006) - *Neogene basin evolution in the Western Po Plain (NW Italy). Insights from seismic interpretation, subsidence analysis and low temperature (U-Th)/He thermochronology*. Ph.D. Thesis. Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands, 190 pp.
- PIRETO M. (1865) - *Note sur la subdivision que l'on pourrait établir dans les terrains de l'Appennin septentrional*. Bull. Soc. Géol. Fr., sér. 2, **22**, 210-277.
- PASQUARÉ G., ABBATE E., BOSI C., CASTIGLIONI G. B., MERENDA L., MUTTI E., OROMBELLI G., ORTOLANI F., PAROTTO M., PIGNONE R., POLINO R., PREMOLI SILVA I. & SASSI F. P. (1992) - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000. Guida al Rilevamento*. Ist. Poligr. di Stato, Roma, 203 pp.
- PIERI M. & GROPPA G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. Quad. CNR, Prog. Fin. Geodinamica, Roma, Pubbl. 414, 1-13.
- SACCO F. (1895) - *Le Rhinocéros de Dusino (Rhinoceros etruscus Falc. var. Astensis Sacc.)*. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon, **6**, 1-31.
- SISMONDA E. (1849) - *Lettera a Michelin del 23 ottobre 1849 (con annuncio del ritrovamento di scheletro di Mastodonte negli scavi della ferrovia)*. Bull. Soc. Géol. France, **2**(7), p. 49.
- SISMONDA E. (1852) - *Osteografia di un Mastodonte angustidense*. Mem. R. Acc. Sc. Torino, ser. 2, **12**, 175-239.
- SUSELLA G. (1999) - *Eventi alluvionali in Piemonte: 2-6 novembre 1994, 8 luglio 1996, 7-10 ottobre 1996*. Regione Piemonte, 415 pp.
- VEZZOLI G., FORNO M.G., LOMBARDO B., CADOPPI P., TRONCHERO V. & ROSSELLO E. (2005) - *Comparison between modern and Pleistocene dense mineral suites: a key to unravelling the sedimentary evolution of the Torino Hill (Western Alps, Italy)*. In: CARRARO F. (Ed.) - *Natural hazards related to recent geological processes and regional evolution*. 14th Meeting of the Association of European Geological Societies (Torino, 19-23 September 2005). Abstracts. Centro Stampa Arpa Piemonte, Torino, p. 58.

Ms. ricevuto il 4 novembre 2008
 Testo definitivo ricevuto il 3 aprile 2009

Ms. received: November 4, 2008
 Final text received: April 3, 2009